

ELECTRIC CONNECTING ELEMENT; IN PARTICULAR FOR CONNECTING HIGH CURRENTS**Patent number:** WO03067621**Publication date:** 2003-08-14**Inventor:** LELL PETER (DE)**Applicant:** LELL PETER (DE)**Classification:****- international:** *H01H39/00; H01H85/00; H01H39/00; H01H85/00;*
(IPC1-7): H01H39/00**- european:** H01H39/00D**Application number:** WO2002DE04716 20021223**Priority number(s):** DE20021005369 20020210**Also published as:**

DE10205369 (A1)

AU2002358450 (A)

Cited documents:

DE19749135

US5808253

DE2904207

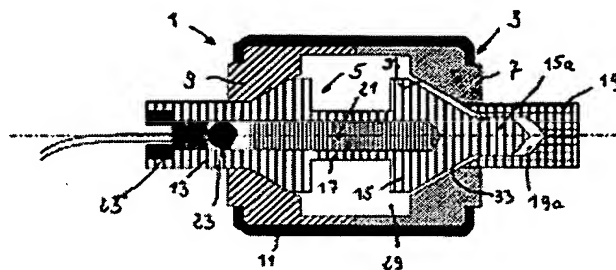
DE718086

US3873786

more >>

Report a data error he**Abstract of WO03067621**

The invention relates to an electric connecting element (1), in particular for connecting high currents, comprising a housing (3) containing a contact unit (5), the latter having two connection contacts (13, 19) that are fixed to the housing or configured as one piece with said housing, for supplying and discharging an electric current that is to be connected. The two connection contacts are interconnected in an electrically conductive manner inside the housing in the initial state of the connecting element. The connecting element also comprises a material (21) that can be activated, which is provided in the housing, said material generating a gas pressure, which is exerted on the contact unit (5), after activation, whereby the electrically conductive connection is separated by the exertion of said gas pressure. The contact unit (5) comprises a contact element (15) that can be displaced in relation to the fixed connection contacts (13, 19) by means of the exertion of the generated gas pressure. Said contact element is displaced by the exertion of the gas pressure generated in the direction of the axis of the contact unit from its initial position into a final position, in which the electric connection via the contact unit is interrupted.

**Best Available Copy**

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

03P 14389

(2)



18 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 102 05 369 A 1**

51 Int. Cl. 7:
H 01 H 39/00
B 60 R 16/02

21 Aktenzeichen: 102 05 369.3
22 Anmeldetag: 10. 2. 2002
43 Offenlegungstag: 28. 8. 2003

DE 102 05 369 A 1

71 Anmelder:
Lell, Peter, Dr.-Ing., 85368 Moosburg, DE

74 Vertreter:
Patentanwälte Eder & Schieschke, 80796 München

72 Erfinder:
gleich Anmelder

56 Entgegenhaltungen:

DE	23 28 184 C3
DE	21 03 565 B
DE	10 50 858 B
DE	198 19 662 A1
DE	197 49 133 A1
DE	100 52 545 A1
DE	100 25 685 A1
DE	23 45 196 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

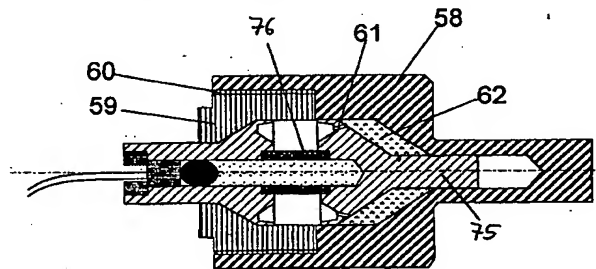
54 Auslösbares Schaltglied für das Abschalten hoher elektrischer Leistungen (AS1)

57 Die Erfindung betrifft eine Pyrosicherung zum definieren und kommandierten Trennen von elektrischen Starkstromkreisen mit oder ohne Selbstzündfunktion und dabei nach außen keine oder keine nennenswerte Wirkung mehr aufweist.

Anders als die bekannten Pyrosicherungen werden Materialien und deren Geometrien ganz konsequent eingesetzt, um die oben beschriebenen Ziele zu erreichen!

Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht in der Tatsache, daß nunmehr ein zusätzliches Lichtbogenlöschfluid bei bzw. nach der Auslösung zwangsweise mit eingespritzt werden kann und daß Steg und Kontaktstücke nicht mehr ein Bauteil sind, sondern der Steg einfach eingesetzt/eingeschoben werden kann. Damit wird die Vorrichtung wesentlich kostengünstiger, zudem kann er extrem flexibel den jeweiligen Kundenwünschen angepaßt werden, ohne die spätere Fertigungsstraße ändern zu müssen! Der Steg kann aus gut oder weniger gut elektrisch leitfähigem Metall, aber auch aus Kohle oder Graphit bestehen, aus Kunststoff mit aufgedampfter elektrisch leitfähiger Oberfläche, aus einem Halbleiter mit und ohne integrierte Funktionen und mit oder ohne aufgedampfter elektrisch leitfähiger Oberfläche, nur aus einem oder mehreren Drahtstegen bestehen, innen und/oder außen strukturiert sein usw.

Anders als bei den heutigen Pyrosicherungen laufen zudem die stromabschaltenden Vorgänge vollständig innerhalb der Pyrosicherung ab, so daß ein Schutzgehäuse nicht verwendet werden muß und die Pyrosicherung einfach und ...



DE 102 05 369 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Schaltglied mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1.

[0002] Derartige Schaltglied finden beispielsweise in der Kraftwerks-, Versuchs- und KFZ-Technik zum definierten und schnellen Trennen von elektrischen Starkstromkreisen im Notfall Verwendung. Dabei besteht die Anforderung an ein derartiges Schaltglied, daß dessen Auslösung und Unterbrechungsfunktion selbst ohne Wartung noch nach bis zu 20 Jahren zuverlässig gewährleistet sein muss. Des Weiteren darf von einem solchen Schaltglied kein zusätzliches Gefahrenpotential durch von Heißgas, Partikel, Wurfstücke oder durch hohe, im abgeschalteten Stromkreis induzierte Spannungen ausgehen.

[0003] Ein mögliches Einsatzgebiet in der KFZ-Technik ist das definierte irreversible Trennen der Bordverkabelung von der Autobatterie kurz nach einem Unfall, um Zündquellen durch Funken und Plasma zu vermeiden, die entstehen, wenn beispielsweise Kabelisolationen durch während des Unfalls eindringendes Karosserieblech aufgeschauert wurden oder lose Kabelenden gegeneinander oder gegen Blechteile drücken und aufscheuern. Läuft bei einem Unfall gleichzeitig Benzin aus, so können solche Zündquellen zündfähige Benzin-Luft-Gemische entzünden, die sich beispielsweise unter der Motorhaube sammeln. Ein weiteres Einsatzgebiet ist die elektrische Abtrennung einer Baugruppe vom Bordnetz für den Fall eines Kurzschlusses in der betreffenden Baugruppe, beispielsweise in einer elektrischen Standheizung.

[0004] Im Stand der Technik sind pyrotechnische Sicherungen bekannt, die zur Auslösung aktiv angesteuert werden. Beispielsweise beschreibt die DE-AS 21 03 565 einen Stromunterbrecher, welcher ein metallisches Gehäuse umfasst, das an zwei voneinander abstehenden Anschlussbereichen mit jeweils einem Leiterende eines abzusichernden Leiters verbunden wird. Im Gehäuse ist ein pyrotechnisches Element vorgesehen, das durch eine Sprengladung gebildet ist. Die Sprengladung ist durch einen elektrischen Zünder aktivierbar, welcher ein Zündelement umfasst, das durch einen Speisestrom verdampft wird. Das Gehäuse ist mit einer Isolierflüssigkeit gefüllt. Das axial ausgedehnte Gehäuse weist eine umlaufende Nut auf, entlang der das Gehäuse bei einem Zünden der Sprengladung aufreißt. Das Gehäuse wird dabei in zwei elektrisch voneinander getrennte Teile aufgebrochen, so daß der betreffende Stromkreis aufgetrennt wird. Das beim Auftrennen eines Stromkreises mit sehr hoher Stromstärke entstehende Plasma wird bei diesem Stromunterbrecher durch die zerstäubte Isolierflüssigkeit gelöscht. Das Auslösen kann bei einem KFZ beispielsweise durch das Signal eines Schocksensors erfolgen.

[0005] Eine Selbstauslösung zur Auftrennung des Stromkreises bei einer Überlastung des abzusichernden Leiters ist bei dieser bekannten Vorrichtung nicht vorgesehen, weil die ganze Hülse bis zur Auslösetemperatur erhitzt werden müsste und dann eine detonative Umsetzung nicht sicher erreicht würde. Denn ein Sprengstoff kann kaum durch eine einfache Erhitzung der Hülse gezündet werden, d. h. zur detonativen Umsetzung gebracht werden. Dies wäre jedoch z. B. bei der in der DE-AS 21 03 565 beschriebenen Gehäuseform notwendig.

[0006] Dabei sei erwähnt, daß in der Pyrotechnik weltweit von einer detonativen Umsetzung gesprochen wird, wenn Flammfrontgeschwindigkeiten von definitionsgemäß mehr als 2000 m/s erreicht werden.

[0007] Ein weiterer Nachteil dieser bekannten Vorrichtung ist die Problematik der Zulassung für Vorrichtungen, die mit Sprengstoffen oder gar Detonatoren gefüllte Bau-

gruppen aufweisen. Aus diesem Grund finden derartige Vorrichtungen bisher keine kommerzielle Verwendung. Sie werden nur sehr vereinzelt in Forschungsinstituten für Sonderexperimente eingesetzt. Die Ursachen hierfür sind zusätzlich der komplizierte Aufbau, die sehr geringe Handhabungssicherheit und das extrem hohe, nur sehr schwer eingrenzbares Gefahrenpotential.

[0008] Des Weiteren besteht in vielen Fällen die Forderung nach einer Selbstauslöse-Funktion eines derartigen Schalters bzw. einer Sicherungsvorrichtung, beispielsweise um ohne zusätzlichen Aufwand für Überlastungssensoren ein Kabel vor Überlast zu schützen. Ein entsprechendes Schaltglied soll daher nicht nur eine ansteuerbare Auslösemöglichkeit haben, sondern auch die Funktion einer herkömmlichen Hochstromsicherung in Form einer Schmelzsicherung aufweisen, die von jedermann gefahrlos handhabbar ist, wie dies bei herkömmlichen Schmelzsicherungen der Fall ist.

[0009] Derartige Hochstrom-Schmelzsicherungen weisen den Nachteil einer innerhalb einer großen Bandbreite schwankenden Abschaltzeit nach dem Erreichen der Nennstromstärke der Sicherung auf. Ein damit abgesichertes Kabel kann daher hinsichtlich seiner Stromführungskapazität nur zu einem sehr geringen Teil, z. B. 30% ausgelastet werden, da im Überlastfall ansonsten beispielsweise ein Kabelbrand auftreten kann.

[0010] Aus der DE 197 49 133 A1 ist ein Notabschalter für elektrische Stromkreise bekannt, der sowohl eine Selbstauslösung als auch eine ansteuerbare Auslösung ermöglicht. Hierzu wird ein elektrischer Leiter verwendet, der eine pyrotechnische Seele aufweist. Diese kann z. B. aus einem Treibladungspulver bestehen. Die pyrotechnische Seele kann einerseits durch die Erwärmung des elektrischen Leiters bei Überschreiten einer zulässigen Stromstärke (Nennstromstärke) gezündet werden. Andererseits ist vorgesehen, die pyrotechnische Seele durch eine ansteuerbare Zündeinrichtung, beispielsweise in Form eines Glühdrahts, zu zünden. Die DE 197 49 133 A1 stellt jedoch lediglich das Prinzip einer derartigen Vorrichtung dar, gibt jedoch keinerlei Hinweise auf mögliche konstruktiv in vorteilhafter Weise ausführbare Ausgestaltungen. Denn das Herstellen eines Leiters mit einer derartigen pyrotechnischen Seele erfordert einen beträchtlichen Aufwand. Zudem kann auch bei einem derartigen Notabschalter ein sicheres, schnelles Auftrennen des Leiters nur bei Einsatz eines detonativen Explosivstoffs gewährleistet werden. Bei deflagrierenden, d. h. nicht detonativ umsetzenden Stoffen, wie Thermit, erfolgt nur ein Aufplatzen des Leiters und ein Entweichen des restlichen Gases ohne daß der Leiter vollständig getrennt würde. Die vollständige Trennung wird dann allenfalls durch das Durchschmelzen des Leiters in Folge des über die Sicherung fließenden Stroms erreicht.

[0011] Aus der US 3,958,206 ist eine Sicherung bekannt, bei dem der abzusichernde Strom über ein mit einem exotherm reaktiven Material gefülltes Schaltglied geführt ist, wobei die Wandung des Sicherungselements durch das Aktivieren des exotherm reaktiven Materials aufplatzt und den Strom unterbricht. Als exotherm reaktives Material wird z. B. PETN eingesetzt, also ein detonativ umsetzendes Material, so daß eine derartige Sicherung strengen Zulassungsvorschriften unterliegt. Das Aktivieren des exotherm reaktiven Materials kann durch die Verlustwärme des abzusichernden Stroms selbst oder durch eine aktive Zündeinrichtung erfolgen. Das Aufreißen des Gehäuses des Schaltglied würde jedoch bei einem langsamer abbrennenden Material, z. B. schon bei einem sogenannten Treibladungspulver, undefiniert und unsauber erfolgen. So besteht die Gefahr, daß anfänglich nur Risse oder Löcher im Schaltglied entstehen

und das verbleibende Wandmaterial erst durch den abzusichernden Strom durchgeschmolzen werden muss. Dies beeinträchtigt die Reaktionsgeschwindigkeit der Sicherung und ist auch aus Zuverlässigkeitsgründen nicht zulässig.

[0012] Des Weiteren offenbart die US 3,958,206 eine Sicherung mit einem Schaltglied in Form eines beispielsweise flachen Leiter, der mit einer Aluminium- und einer darüber angeordneten Palladiumschicht beschichtet ist. Das Aluminium und Palladium fungieren als exotherm reaktive Materialien, wobei das Aktivieren des exothermen Prozesses durch die Verlustwärme des abzusichernden Strom oder mittels einer Aktivierungseinrichtung erfolgen kann.

[0013] Aus der eigenen Anmeldung PCT_DE 01 04 016 und insbesondere aus der eigenen 101 39 360.1 sind pyrotechnische Schaltglieder bekannt, die oben beschriebene Unzulänglichkeiten zwar weitgehend nicht mehr aufweisen, jedoch entweder sehr unflexibel in der Ausgestaltung des Schaltsteges, aufwendig in der Herstellung und sicherheitstechnisch extrem schwer beherrschbar sind (PCT_DE 01 04 016) oder nicht für höhere Betriebsströme ausgelegt sind und zudem noch relativ aufwendig in der Herstellung sind.

[0014] Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein pyrotechnisches Schaltglied zu schaffen, welches sowohl mit einer Selbstauslösefunktion als auch mit einer ansteuerbaren Auslösefunktion ausgestattet werden kann, das flexibel auf Kundenbedürfnisse bzgl. Schalteigenschaften vor und nach der Auslösung einstellbar ist, das sicherheitstechnisch vollkommen unbedenklich, das kleine wie große Schaltströme bei gleichem Aufbau erlaubt und das trotz seiner Flexibilität auf ein und derselben Fertigungsanlage, sowie auf noch einfachere und kostengünstigere Weise herstellbar ist!

[0015] Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

[0016] Durch das Verwenden eines separaten Schaltrohres an Stelle des bisher verwendeten Schaltsteges bzw. Schaltdrahtes, das sich in den Kontaktstücken der Pyrosicherung befindet, wird dies zusammen mit der entsprechenden Ausgestaltung der beiden Kontaktstücke erreicht. Das Schaltrohr ist entweder innen und/oder außen mit einem aktivierbaren Material, insbesondere einem pyrotechnischen Stoff umgeben, der abzuschaltende Betriebsstrom fließt über ein Kontaktstück, dann über das Schaltrohr und danach über das zweite Kontaktstück, so daß das Ausfahren auch nur eines Kontaktstückes oder auch nur eines Teils eines Kontaktstückes bzw. die Zerstörung des Schaltrohres oder auch nur eines Teils desselben eine Unterbrechung des abzusichernden Stromkreises bewirkt. Weil alle Teile nur mehr eine einfache geometrische Struktur aufweisen, definiert und einfach herstellbar sind und einfach miteinander verbunden werden, ergibt sich ein baukleines, durch das einfache Austauschen des Schaltrohres bei gleichen Kontaktstücken auch extrem den Kundenbedürfnissen anpaßbares und gleichzeitig kostengünstig herstellbares Schaltglied.

[0017] Durch die Verwendung eines in dem Schaltglied/der Sicherung eingebrachten aktivierbaren Materials, insbesondere eines nur deflagrierenden pyrotechnischen Stoffs, der anders als eine Sprengladung, lediglich ein Gas oder Gas/Partikelgemisch erzeugt, wird die behördliche Zulassung relativ unproblematisch – und in dem Fall, daß dieses aktivierbare Material nur Flüssigkeiten oder feste Stoffe sind, die bei deren Aktivierung eine Volumenänderung durchmachen, sogar überhaupt nicht notwendig sind! Nachdem nur kleine bzw. auch gar keine Schiebewebungen eines Kontaktstückes nach der AnAuslösung auftreten, ist damit die Gefährdung der Umgebung minimiert! Die hier nachfolgend aufgezeigten Ausgestaltungen der Pyrosiche-

rung eignen sich jedoch prinzipiell für alle pyrotechnischen oder allgemein gaserzeugenden Stoffe, unabhängig davon, wie schnell dieses Gas erzeugt wird. Damit sind detonative und deflagrierende Stoffe, Thermit, pyrotechnische Mischungen, flüssige Gase aber auch Fluide verwendbar, die rein physikalisch bei einer bestimmten Sprungtemperatur ihr Volumen ausdehnen oder vergasen und damit als Treibmedium für die Zerstörung des Schaltrohres oder für das Ausdrücken eines Kontaktstückes aus dem Kontaktbereich des Schaltrohres verwendet werden können.

[0018] In einer Ausführungsform der Erfindung werden die Schaltsteg durch ein Dämpfungsmaterial in ihrer Bewegung nach insbesondere der Auslösung des im Schaltrohr sich befindenden Treibladungspulvers gedämpft, so daß die zur elektrischen Isolierung verwendeten Gehäuseteile mechanisch wesentlich weniger belastet werden.

[0019] In einer anderen Ausführungsform besitzt mindestens ein Kontaktstück eine kegelförmige Außenkontur, um einmal seine nach der Auslösung des Treibladungspulvers durch die Einwirkung des Gasdrucks erreichte Geschwindigkeit über einen längeren Bremsweg abzubauen, gleichzeitig das Schutzgehäuse der Pyrosicherung abdichten und die ganze Einheit dabei radial vorzuspannen.

[0020] In wieder einer anderen Ausführungsform wird die Bewegung wenigstens eines Kontaktstückes dazu benutzt, ein zwischen diesem Kontaktstück und dem Gehäuse eingefülltes Material zu verdrängen und in die Schaltkammer zu drücken. Dieses Material kann dann entweder den nach der Auslösung erreichten Schaltzustand fixieren bzw. stabilisieren oder den hier eventuell entstehenden Plasmabogen zwischen den noch elektrisches Potential führenden Teilen lösen.

[0021] Ebenfalls als Ausführungsform wird wenigstens ein Kontaktstück zweiteilig ausgeführt, aufgeteilt in einen äußeren gehäusefesten Teil, das eigentliche Kontaktstück, das gleichzeitig nach außen hin auch den elektrischen Kontakt herstellt und in einen inneren, sehr streng verschiebbaren Teil, der sich damit durch Druckeinfluß nach der Auslösung der Pyrosicherung in den äußeren gehäusefesten Teil verschiebt und damit entweder den kontaktstückfesten Steg auch axial belastet, damit mit deutlich weniger Explosivstoff aufreißen läßt und vor allem das Kontaktstück axial vom Steg bzw. dem anderen Kontaktstück wegbewegt und eine Wiederkontaktierung damit sicher verhindert – oder durch seine Bewegung einfach nur aus dem Eingriff des eingesetzten Kontaktrohrs bewegt, wodurch der elektrische Kontakt zum anderen Kontaktstück ebenfalls sicher verloren geht.

[0022] Hierbei ist es unerheblich, ob der innere verschiebbare Teil des Kontaktstückes nur einen strengen Schiebesitz aufweist, durch formschlüssige Geometrien umfänglich oder nur an bestimmten Stellen gehalten wird, insbesondere Wulst-Nut-Gebilde, oder bei seiner Bedrückung nach der Auslösung einfach einen Wulst abschert, der entweder auf dem inneren oder/und äußeren Teil des Kontaktstückes vorgesehen ist!

[0023] Erstmals wird hier erfinderisch auch vorgeschlagen, die schon von den früheren Anmeldungen her bekannte schwache Stelle des elektrischen Stromflußweges, den sogenannten Steg oder Schaltsteg, nicht mehr als integrales Bauteil der beiden Kontaktstücke auszubilden, sondern als sogenanntes Kontaktrohr, das in die beiden Kontaktstücke nur eingesetzt wird. Damit ergeben sich neben einer sauberen Definition des Übergangs Kontaktrohr-Kontaktstück (der Übergangsradius und die Wandstärken im Bereich des Schaltsteges bzw. der schwachen Stelle kann hier wesentlich einfacher definiert und in der Serie später eingehalten werden) vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten, die die Pyrosi-

cherung flexibel, d. h. auf den jeweiligen Kundenbedarf anpassen lassen, ohne die Montage der Pyrosicherung sichtbar bzw. nennenswert zu verändern: Das bedeutet eine hohe Flexibilität in den Eigenschaften der Pyrosicherung bzgl. Auslösung und Wirkung nach der Auslösung, ohne daß die späteren Fertigungs- bzw. Montagelinien verändert werden müssen – einfach ein anderes Kontaktrohr bzw. Schaltstück einsetzen, fertig!

[0024] Erfindungsgemäße Variationen/Abänderungen dieses Kontaktrohres sind im einzelnen:

1. Einfaches Rohr aus einem elektrisch gut leitfähigem Material – Wirkung wie die bereits angemeldete Pyrosicherung!
2. Einfaches Rohr aus einem elektrisch nicht gut leitfähigem Material, insbesondere aus Graphit oder Kohle – dadurch schnelle Erhitzung schon bei geringen elektrischen Strömen, damit sichere und einfache Selbstauslösung des Schaltgliedes und relativ geringe notwendige Innendrucke für die Zerstörung des Rohres (sprödes Material mit kleinen Bruchspannungen)
3. Einfaches Rohr aus einem elektrisch nicht oder halbleitenden Material; hier muß innen oder außen eine elektrisch gut leitfähige Schicht aufgetragen werden, um den geforderten kleinen Innenwiderstand des Schaltgliedes nach außen hin zu realisieren. Aber auch hier kann mit Vorteil die Schicht so ausgebildet werden, daß sich ein Bereich dieser Schicht beim Überschreiten einer bestimmten elektrischen Stromstärke über das Schaltglied erhitzt und dabei das hier eingebrachte aktivierbare Material auslöst. Diese Schicht ist entweder homogen über den gesamten Innen- oder Außenfläche des Rohres aufgebracht, oder beispielsweise spiralförmig strukturiert, um bestimmte elektrische Widerstände oder Erhitzungsstellen zu verwirklichen. Verwendet man ein halbleiterartiges Material zur Herstellung des Kontaktrohres, liegt die Integration von logischen Schaltfunktionen auf der Hand, die es ermöglichen, ohne weiteren größeren Aufwand bzw. Verwendung von Teilen die Auslösung des hier eingebrachten aktivierbaren Materials zu steuern bzw. zu kommandieren. Hierbei gibt es dann alle Möglichkeiten der Fremdauslösung, vom Einführen eines Zündstroms, wie es bisher üblich ist, aber auch das Zuführen von Information und Energie über statische oder veränderbare magnetische, elektrische oder elektromagnetische Felder!
4. Einfaches Rohr mit einer innenliegenden Drahtspirale zur Selbstauslösung des Schaltgliedes bei Erwärmung der Drahtspirale bis zur Auslösetemperatur des hier eingebrachten aktivierbaren Materials; die Drahtspirale ist an beiden Enden elektrisch mit den Kontaktstücken verbunden.
5. Einfaches Rohr mit einer außenliegenden Drahtspirale zur Selbstauslösung des Schaltgliedes bei Erwärmung der Drahtspirale bis zur Auslösetemperatur des hier außerhalb des Kontaktrohres eingebrachten aktivierbaren Materials; die Drahtspirale ist an beiden Enden elektrisch mit den Kontaktstücken verbunden.
6. Einfaches Rohr nach obigen Pos. 1 bis 5 mit radial von innen nach außen eingebrachten Bohrungen, um entweder das im Rohrrinneren eingebrachte aktivierbare Material nach außen in das Gehäuse strömen und damit auf die außerhalb des Kontaktrohres liegenden Flächen der Kontaktstücke wirken zu lassen, oder das außerhalb des Kontaktrohres eingebrachte aktivierbare Material von dem im Kontaktrohr eingebrachten aktivierbaren Material auslösen zu lassen, insbesondere

zum Auslösen des außerhalb des Kontaktrohres eingebrachten Treibladungspulvers durch ein im Kontaktrohr vorhandenes elektrisches Anzündstück mit oder ohne Beiladung!

- [0025] Hierbei wirkt der Schaltsteg bzw. die durch ihn bewirkte Materialschwächung bei nicht beweglichem Kontaktstücken so, wie schon bei den früheren Anmeldungen beschrieben (die Wirkung von axial beweglichen Kontaktstücken ist trivial, bei der Bedrückung des beweglichen Kontaktstückes wird dieses entweder aus dem Kontaktrohr gezogen oder es nimmt das Kontaktrohr in seiner Bewegung mit und zieht es aus dem anderen Kontaktstück heraus, wodurch in allen Fällen der eventuell während der Auslösung vorhandene elektrische Stromfluß unterbrochen wird!):
- [0026] Einerseits kann die Schwächung in an sich bekannter Weise dazu dienen, das Aufbrechen des Gehäuses zur Erreichung einer Stromunterbrechung des über das Gehäuse fließenden Stroms in definierter Weise entlang der Schwächung zu bewirken. Andererseits kann die Schwächung so ausgebildet sein, daß der über die Sicherung fließende Strom im Bereich der Schwächung, die einen erhöhten Widerstand aufweist, eine so große Verlustleistung erzeugt, daß bei Überschreiten eines vorbestimmten Stroms eine Selbstauslösung des hier eingebrachten aktivierbaren Materials gezielt an dieser Stelle erreicht wird, ohne das Schaltglied als ganzes aufheizen zu müssen. Damit wird die Erhitzung auch, wie gewünscht, schnell erfolgen.
- [0027] Eine entsprechende Ausführungsform kann hierzu ein Gehäuse aus einem im Wesentlichen hohlzylinderförmiges oder topfförmiges Teil umfassen, dessen beide stirnseitigen Öffnungen oder dessen eine stirnseitige Öffnung mittels eines im Wesentlichen stopfenartigen oder kappenartigen Kontaktstückes verschlossen sind. Bei einem Zünden des hier eingebrachten aktivierbaren Materials (Selbstauslösung oder mittels einer Zündeinrichtung) entsteht im Bereich der Schwächung der Außenwand ein so hoher Druck, daß dieser geschwächte Teil der Außenwand des Gehäuses – auch bei dem hier im Vergleich zu einer detonativen Umsetzung relativ langsam ansteigendem Innendruck – aufreißt, vom nachströmenden Gas aerodynamisch weiter- und vollständig aufgerissen und der Strompfad unterbrochen wird.
- [0028] In einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist zumindest ein Kontaktstück derart kraft- und/oder formschlüssig und elektrisch mit dem hohlzylinderförmigen oder topfförmigen Teil verbunden, daß durch das Aktivieren des hier eingebrachten aktivierbaren Materials die mechanische Verbindung zwischen dem Kontaktstück und dem hohlzylinderförmigen oder topfförmigen Teil lösbar und die beiden Teile separierbar sind und so die elektrische Verbindung zwischen dem am hohlzylinderförmigen oder topfförmigen Teil vorgesehenen Anschlussbereich und dem am Kontaktstück vorgesehenen Anschlussbereich auftrennbar ist.
- [0029] Auch hier kann das Gehäuse, insbesondere das hohlzylinderförmige oder topfförmige Teil, eine umlaufende Schwächung aufweisen. Diese kann dann so ausgebildet sein, daß durch den Stromfluß über das Gehäuse in vorbestimmten Bereichen bei einem vorgegebenen Nennstrom eine vorbestimmte Aktivierungstemperatur für den hier eingebrachten aktivierbaren Stoff erzeugbar ist.
- [0030] Wieder kann die Schwächung wieder dazu dienen, daß das betreffende Teil durch den erzeugten Überdruck einfach aufreißt, wenn die Bruchspannung des Materials des Gehäuses überschritten wird.
- [0031] Auch bei der vorstehend erläuterten Ausführungsform, bei der nur ein Aufreißen des Gehäuses vorgesehen ist, kann die Schwächung so ausgestaltet sein, daß in bestimmten Bereichen, vorzugsweise an Ecken oder Kanten

der Schwächung höhere Temperaturen bzw. definiertere Temperaturen auftreten, die zum Selbstzünden des pyrotechnischen Materials genutzt werden und/oder das Entstehen von Partikeln bei der Auslösung sicher verhindert wird.

[0032] Die umlaufende Schwächung ist für das Erreichen der Selbstauslösung vorzugsweise so ausgebildet, daß zwischen zwei Querschnittssprüngen (oder sehr steilen Flanken) ein Bereich ausgebildet ist, der eine deutlich geringere Wandstärke aufweist als das übrige Gehäuse, insbesondere in den den Querschnittssprüngen benachbarten Bereichen. Die Wandstärke ist in diesem Bereich vorzugsweise konstant. Die axiale Ausdehnung der umlaufenden Schwächung beträgt vorzugsweise 1 bis 5 mm. Die Dicke des Bereichs ist (ob konstant oder nicht) vorzugsweise kleiner als die halbe Wandstärke der den Querschnittssprüngen benachbarten Bereiche. Durch diese Maßnahmen wird erreicht, daß selbst bei Verwendung relativ geringer Mengen eines deflagrierenden Materials ein sicheres An- und Aufreißen des Gehäuses im gesamten Bereich der umlaufenden Schwächung erfolgt und, falls gewünscht, die umlaufende Schwächung so dimensioniert werden kann, daß eine Selbstauslösung des deflagrierenden Materials erreichbar ist.

[0033] Der Bereich innerhalb der Querschnittssprünge kann innen- und/oder außenseitig Strukturen aufweisen, die Kerbwirkungen erzeugen und ein Zerplatzen oder Zerlegen des Bereichs in eine Vielzahl kleiner Teile unterstützen. Beispielsweise kann innenseitig ein Gewinde vorgesehen sein. Dies ist eine sehr kostengünstige Möglichkeit zur Herstellung einer solchen Struktur.

[0034] In allen Ausgestaltungen der Erfindung umfasst das eingebrachte aktivierbare Material eine erste Komponente, die eine höhere Aktivierungstemperatur aufweist, und eine zweite Komponente, die eine niedrigere Aktivierungstemperatur besitzt. Dabei kann zumindest die erste Komponente eine für die gewünschte Funktionsfähigkeits-Zeitdauer ausreichende Alterungsbeständigkeit aufweisen und so bemessen und ausgebildet sein, daß bei einem Aktivieren der ersten Komponente diese allein ausreicht, um die elektrische Verbindung zwischen den Anschlussbereichen zu unterbrechen.

[0035] Hierdurch ergibt sich die Möglichkeit, ein Schaltglied zu schaffen, das bei hohen Umgebungstemperaturen betrieben werden muss und das bereits bei geringen Temperaturdifferenzen zwischen der Umgebungstemperatur und der Temperatur, die bei Fließen des Nennstroms oder bei Aktivieren der Aktivierungsvorrichtung auftritt, auch langfristig sicher funktioniert.

[0036] In einem solchen Fall kann üblicherweise nicht ausschließlich ein empfindliches eingebrachtes aktivierbares Material verwendet werden, das bei der Aktivierungstemperatur auslöst, also Gas erzeugt oder eine Volumenänderung erfährt. Denn solche Stoffe altern bei hohen Umgebungstemperaturen relativ schnell. Bereits nach kurzer Zeit wäre ein großer Teil des Stoffs zerfallen bzw. so verändert, daß er nicht mehr zur Gaserzeugung bzw. Volumenänderung beitragen kann. Die Selbstaktivierung bzw. gesteuerte Aktivierung des Schaltglieds wäre nicht mehr gegeben. Erfindungsgemäß wird daher eine erste Komponente mit höherer (in der Regel sehr hoher) Auslösetemperatur und mit ausreichender Alterungsbeständigkeit bei der gegebenen hohen Umgebungstemperatur verwendet und eine weitere Komponente, die bei der gewünschten (meist wesentlich niedrigeren) Auslösetemperatur aktivierbar ist. Bei dieser zweiten Komponente ist ein Alterungsprozess weniger ausschlaggebend, da eine Auslösung der ersten Komponente durch die zweite Komponente auch dann noch erfolgt, wenn bereits größere Teile der zweiten Komponente durch den Alterungsprozess inaktiv sind.

[0037] Nur bei einfachen Kundenbedürfnissen braucht diese Zweiteilung des aktivierbaren Materials nicht erfolgen, insbesondere nicht bei der Forderung nach nur kommandierter Auslösung ohne Selbstauslösefähigkeit des Schaltgliedes!

[0038] Weitere Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0039] Die Erfindung wird nachfolgend anhand in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

[0040] Fig. 1 eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform eines Schaltglieds mit integriertem Schaltsteg und axialer Beweglichkeit eines Kontaktstücks;

[0041] Fig. 2 eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform eines Schaltglieds mit integriertem Schaltsteg und axialer Beweglichkeit eines Kontaktstücks, wobei hier die Bewegung der Kontaktstücke durch ein Dämpfungsmaterial abgebremst und damit das Gehäuse des Schaltglieds entlastet wird;

[0042] Fig. 3 eine schematische Darstellung einer dritten Ausführungsform eines Schaltglieds mit integriertem Schaltsteg aber mit durch das Dämpfungsmaterial vorgespannten Kontaktstücken;

[0043] Fig. 4 eine schematische Darstellung der Ausführung der stromführenden Teile des Schaltglieds, der sogenannten Stromflusseinheit, bei Verwendung eines Schaltrohrs, hier ohne das äußere Schutzgehäuse gezeichnet; zugleich kommt diese sehr einfache Ausführungsform direkt dort zur Anwendung, wo ein oder mehrere Schaltglieder in einem äußeren stabilen Sicherungskasten eingebaut sind, der für sich schon die Schutzfunktion gegenüber der Umgebung bzgl. Splitter und heiße Gase übernehmen kann;

[0044] Fig. 5 die Ausführungsform der Stromflusseinheit entsprechend Fig. 4, jedoch mit einem im gehäusefesten Kontaktstück verschiebbaren Kontaktrohr;

[0045] Fig. 6 die Ausführungsform entsprechend Fig. 1, jedoch mit einem zweigeteilten Kontaktstück, so daß die zur sauberen Trennung des Strompfades sehr hilfreiche axiale Verschiebung rein intern abläuft und sich dabei die Kontaktstücke nach außen hin nach der Auslösung nicht verschieben;

[0046] Fig. 7 die Ausführungsform entsprechend Fig. 6, jedoch mit einem eingesetzten Schaltrohr anstelle des integrierten Schaltsteges;

[0047] Fig. 8 die Ausführungsform entsprechend Fig. 7, jedoch mit selbstlindernd, d. h. selbstabdichtend ausgeführten Kontaktstücken, um eine gute Gasdichtigkeit nach der Auslösung nach außen in die Umgebung des Schaltglieds auch ohne zusätzlich eingebrachte Dichtelemente zu erreichen;

[0048] Fig. 9 eine Darstellung im Längsschnitt der Ausführung nach Fig. 8, nur daß das bisher in den Darstellungen eingezeichnete, das Schaltglied nach außen hin absichernde Schutzrohr nicht mehr an den Seiten der Kontaktstücke gebördelt ist, sondern geclincht bzw. gerollt ist, um eine axiale Vorbelastung der isolierenden Gehäuseteile mit Sicherheit zu vermeiden;

[0049] Fig. 10 eine Darstellung im Längsschnitt der Ausführung ebenfalls nach Fig. 8, nur daß das Schutzrohr nun durch einen oder zwei eingeschweißte, eingepreßte, eingeschrumpfte, eingelötete, eingeschaubte Ringe oder durch ein anderes hier nicht erwähntes Fügeverfahren beidseitig verschlossen ist und damit die isolierenden Gehäuseteile überhaupt nicht mehr belastet, sieht man von den Belastungen während des Fügevorganges einmal ab;

[0050] Fig. 11 eine Darstellung im Längsschnitt der Ausführung ebenfalls nach Fig. 8, nur daß das Schutzrohr nur noch auf die isolierenden Gehäuseteile aufgeschraubt ist

bzw. die beiden isolierenden Gehäuseteile in das Schutzrohr eingeschraubt sind und damit die isolierenden Gehäuseteile überhaupt nicht mehr mechanisch vorbelastet werden;

[0051] Fig. 12 eine Darstellung im Längsschnitt der Ausführung nach Fig. 11, wobei hier ein Kontaktstück gleich die Funktion des Schutzrohres mit übernimmt und das andere Kontaktstück zusammen mit dem elektrisch isolierenden Gehäuseteil darin eingeschraubt wird – damit entsteht eine weitere Vereinfachung der Vorrichtung, zusätzlich eine extrem gute Sicherstellung der Starrheit des Schaltgliedes nach Außen, sowie eine gut nachweisbare und sicherbare Handhabungssicherheit des Schaltgliedes nach dessen Auslösung;

[0052] Es soll gleich hier erwähnt werden, daß die früher bei der sogenannten Pyrosicherung verwendete Zweiteilung der isolierenden Gehäusehälften sehr problematisch sind bzgl. Gasströmung nach außen entlang der Kontaktstücke und insbesondere bzgl. der hier notwendigen Schlagzähigkeit des verwendeten Kunststoffes, insbesondere des hier verwendeten Makrolons: Axial zweigeteilte Gehäusehälften lassen sich zwar einfach und billigt spritztechnisch herstellen, jedoch besitzt das spritzfähige Granulat/Material nur kurze Molekülketten, wohingegen die aus einem extrudierten Halbzeug hergestellten Gehäuseteile aller hier vorgestellten Schaltglieder extrem lange Molekülketten besitzen, die zudem innig miteinander verbunden sind: Daher sind die mechanischen Eigenschaften der geteilten Gehäusehälften und der ungeteilten Gehäuse hier weitgehend nicht mehr miteinander vergleichbar, selbst wenn scheinbar der gleiche Kunststoff hierfür verwendet wird: Die gespritzten Gehäusehälften zerbersten glasartig, während die aus extrudiertem Material hergestellten Gehäuseteile der hier vorgestellten Schaltglieder die stoßartigen Belastungen innerhalb des Schaltgliedes nach dessen Auslösung mit Bravour "wegstecken"! ... Und ... die axial zweigeteilten Gehäusehälften lassen sich nur spritztechnisch herstellen, ohne mit den Herstellkosten nicht sofort ins Abseits zu kommen!

[0053] Fig. 13 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des Schaltrohres, bestehend aus einem Trägerrohr, einer außen aufgebrachten, elektrisch gut leitfähigen Schicht (diese nimmt den elektrischen Strom des abzusichernden bzw. später zu schaltenden elektrischen Stroms über das Schaltglied auf), einer Innenstrukturierung (um die Kontaktoberfläche für das innen anliegende aktivierbare Material zu erhöhen und gleichzeitig das Bersten des Rohres durch den durch das aktivierbare Material erzeugten Innendruck nach der Aktivierung bzw. Auslösung des Schaltgliedes zu vereinfachen, zu beschleunigen oder zuverlässiger über den ganzen Umfang zu machen) und eines Dichtsystems, das einerseits das Eindringen von Wasser bzw. Wasserdampf in das Schaltrohr verhindern und gleichzeitig die Gasdichtigkeit nach der Auslösung bzw. Aktivierung des eingebrachten aktivierbaren Materials sicherstellen soll; je nach Kundenwunsch bzw. Schalt- und Auslöseaufgabe können die einzelnen hier aufgeführten Eigenschaften auch entfallen, im einfachsten Fall wird nur ein homogenes, mehr oder weniger dickes Metallrohr mit oder ohne eventuell noch eingebrachter Schwächung in dessen Wandstärke für das Schaltglied verwendet und so einfach zwischen die beiden Kontaktstücke des Schaltgliedes gesetzt, wie das in den Fig. 7 bis 12 dargestellt ist;

[0054] Fig. 14 eine schematische Darstellung einer anderen Ausführungsform des Schaltrohres, bestehend aus einem Trägerrohr, einer außen nur an beiden Enden aufgebrachten, elektrisch gut leitfähigen Schicht (diese übernimmt hier nur die Aufgabe der Kontaktierung der später erwähnten Auslösespirale mit dem jeweiligen hier anliegenden Kontaktstück des Schaltgliedes), einer innen eingeführ-

ten Spirale aus mehr oder weniger elektrisch gut leitfähigem Material (um die Auslösung des innerhalb des Schaltrohres eingefüllten aktivierbaren Materials, insbesondere eines Treibladungspulvers bei/ab einem vorherbestimmten elektrischen Stromfluß über die Spirale zu bewirken) und eines Dichtsystems; je nachdem, ob ein Bypass zur eingebrachten Spirale für den elektrischen Strom über das Schaltglied gewünscht wird oder nicht, wird die außen am Schaltrohr aufgebrachte, elektrisch gut leitfähige Schicht geschlossen über die ganze Rohroberfläche und mehr oder weniger dick oder mit mehr oder weniger gut elektrisch leitfähigem Schichtmaterial ausgeführt;

[0055] Fig. 15 eine schematische Darstellung wieder einer anderen Ausführungsform des Schaltrohres, bestehend aus einem Trägerrohr, einer außen nur an beiden Enden aufgebrachten, elektrisch gut leitfähigen Schicht (diese übernimmt hier wieder nur die Aufgabe der Kontaktierung der später erwähnten Auslösespirale mit dem jeweiligen hier anliegenden Kontaktstück des Schaltgliedes), einer nunmehr außen angebrachten Spirale aus mehr oder weniger elektrisch gut leitfähigem Material (um die Auslösung des nunmehr außerhalb des Schaltrohres eingefüllten aktivierbaren Materials, insbesondere eines Treibladungspulvers bei/ab einem vorherbestimmten elektrischen Stromfluß über die Spirale zu bewirken) und eines Dichtsystems; je nachdem, ob ein Bypass zur eingebrachten Spirale für den elektrischen Strom über das Schaltglied gewünscht wird oder nicht, wird die außen am Schaltrohr aufgebrachte, elektrisch gut leitfähige Schicht geschlossen über die ganze Rohroberfläche und mehr oder weniger dick oder mit mehr oder weniger gut elektrisch leitfähigem Schichtmaterial ausgeführt; in dieser Ausführung des Schaltrohres besitzt dessen Wandung ein oder mehrere Bohrungen von innen nach außen, damit das innen ausgelöste aktivierbare Material nach außen zum außen eingebrachten aktivierbaren Material strömen und dieses ebenfalls aktivieren kann – oder einfach nur, um dem aktivierbaren Material nach dessen Auslösung die Möglichkeit zu geben, die Oberfläche der Kontaktstücke auch außerhalb zu bedrücken, um damit die Ausdrückkraft der Kontaktstücke bzw. deren verschiebbaren Teile ganz wesentlich zu erhöhen!

[0056] Für alle Figuren und für alle Beschreibungen gilt, daß das stets erwähnte eingefüllte bzw. verwendete aktivierbare Material ein Flüssiggas sein kann (bei Überschreitung einer Sprung- bzw. Auslösetemperatur würde demnach dieses Flüssiggas siedend, danach verdampfen und damit das Gas produzieren, das das Schaltrohr zerlegt, zerreißt und in die Kontaktstücke schiebt oder einfach das Kontaktstück oder dessen verschiebbaren Teil ausdrückt, so daß der elektrische Kontakt zwischen Kontaktstück zu Kontaktstück über das Schaltrohr bzw. den Schaltsteg verloren geht!), oder ein Thermit, der durch Eigen- oder sekundäre Erhitzungseffekte Gas erzeugt, genauso aber auch eine gelartige oder pastöse Masse (dieses würde bei einer Auslösetemperatur dann das Volumen ändern oder wieder vergasen), ein Fluid mit einem bestimmten niedrigen Dampfdruck (dieses würde bei einer Auslösetemperatur dann wieder vergasen), ein Memomaterial (dessen Volumen würde sich ändern, wenn es bis an seine Auslösetemperatur erwärmt wird und dann die Gestalt wieder einnehmen, die es im warmen Zustand hatte, damit beispielsweise kürzer werden oder in Segmente zerlegen usw. ... – alles Formänderungen, die den elektrischen Stromfluß zwischen den Kontaktstücken sicher unterbrechen würden! – Im einfachsten Fall ist das Schaltrohr selbst aus einem Memometall hergestellt, das durch seine Verkürzung im Auslösefall einfach den Stromfluß unterbräche!) oder üblicherweise ein pyrotechnischer Stoff, insbesondere ein geeignetes Treibladungspulver, das

bei Erwärmung auf die Zündtemperatur vergasen oder einfach durch ein herkömmliches Anzündstück bzw. eine Anzündpille angezündet würde!

[0057] Im Fall nach Fig. 15 könnte dieses Treibladungspulver dann auch nur außerhalb des Schaltrohres eingebracht sein und über die im Schaltrohr eingebrachten Bohrungen durch die daraus bei der Auslösung des im Schaltrohr untergebrachten herkömmlichen Anzündstückes ausströmenden partikelreichen Heißgase angezündet werden!

[0058] Die folgenden Bildbeschreibungen werden so ausgeführt, wie wenn das aktivierbare Material ein Treibladungspulver wäre, obwohl alle anderen oben aufgeführten aktivierbaren Materialien prinzipiell ebenso verwendet werden könnten:

[0059] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform eines Schaltglieds mit integriertem Schaltsteg 18 und axialer Beweglichkeit eines Kontaktstückes bzw. der Stromflußeinheit, bestehend aus dem linken Kontaktstück 2, dem Schaltsteg 18 und dem rechten Kontaktstück 1. Der von außen beispielsweise dem rechten Kontaktstück 1 über die Oberfläche 29 zugeleitete elektrische Strom fließt dann beispielsweise über Kontaktstück 1, dann über den Schaltsteg 18 und zuletzt wieder über Kontaktstück 2 an den dort angebrachten Kabelanschluß oder Anschlußschelle (beide hier nicht gezeichnet, weil sie nicht zum Schaltglied gehören). In der Stromflußeinheit ist eine Mischung aus einem thermisch empfindlichen und einem thermisch sehr stabilen Treibladungspulver 4 eingebracht, das von einem über die Verschlussschraube 7 gegen das Herausdrücken gesichertem und mit den Anschlüssen 33 versehenen Anzündstück 5 mit oder ohne durch das Dichtsystem 8 (im einfachsten Fall ein O-Ring oder eine mit angespritzte Wulst des Sockels) gedichtetem Sockel 6 angezündet werden kann. Das Treibladungspulver vergast explosionsartig, wodurch der Schaltsteg 18 ausbricht und damit den Stromkreis über die Stromflußeinheit unterbricht. Um sicherzustellen, daß der Steg vollständig aufgeht, wird die bei der Explosion gleichzeitig entstehende Kraft auf die Kontaktstücke dazu verwendet, daß diese etwas ausgetrieben werden und damit der Abstand zwischen ihnen deutlich vergrößert wird! In der Skizze ist das linke Kontaktstück einbauseitig mit einem Spalt 23 versehen, der nach der Auslösung zu Null wird. Beim Auseinanderdrücken der Kontaktstücke verspannen zusätzlich die aus einem elektrisch isolierenden Material hergestellten Gehäuseteile 9 und 10, um so einerseits das Zurückdrücken der Kontaktstücke zu verhindern (Kegelwinkel an den Stellen 14, 24 oder 23 so klein halten, daß Selbsthemmung eintritt!), andererseits die Kontaktstücke selbst abzudichten und die Gehäuseteile 9 bzw. 10 so gegen das äußere Schutzrohr 11 zu pressen, daß es ebenfalls gasdicht wird und so keinen nennenswerten Gasstrom nach außen in die Umgebung des Schaltglieds entläßt! Mit Pos. 13 sind die gecrimpten Enden des Schutzrohres gekennzeichnet, mit 12 die durch das Crimpen entstandenen klammerartigen Laschen, die die Gehäuseteile 9 und 10 zusammenhalten. Mit 3 ist das Ende der Innenbohrung der Stromflußeinheit gekennzeichnet, die voll im Material liegen muß – außer man verwendet aus Kostengründen eine durchgehende Bohrung und dichtet diese dann an der Stelle 3 mittels Schraube und O-Ring, oder einem anderen Dichtsystem bzw. Dichtverfahren ab (nicht gezeichnet, da trivial). Die bei den bisher bei den herkömmlichen Pyrosicherungen verwendeten axial geteilten Gehäusehälften problematische Trennebene (hier strömt im Auslösefall das Heißgas aus und verletzt damit die das Schaltglied gerade umfassende Hand oder die Umgebung des Schaltgliedes) ist hier radial umlaufen, so daß das hier anstehende Heißgas zunächst gegen das äußere Schutzrohr prallt, dort abgekühlt wird, wobei die am

Schutzrohr anliegenden Stellen der beiden Gehäusehälften aus Kunststoff dann sogar selbstlindernd wirken, d. h. ohne zusätzlich eingebautes Dichtsystem ein Ausströmen des erzeugten Gases am Innendurchmesser des Schutzrohres wirksam verhindern! Der ebenfalls bei den bisher verwendeten axial geteilten Gehäusehälften so kritische Abströmspalt bei 31 ist bei der skizzierten Ausführung unkritisch, weil hier der Kegel des entsprechenden Kontaktstückes ebenfalls sehr kurz nach dem Auslösezeitpunkt bereits abgedichtet hat! Mit Pos. 15 ist lediglich der Raum um den integrierten Schaltsteg bezeichnet, der je nach Kundenbedürfnis leer ist, oder mit einem partikelabfangenden oder plasmalöschendem Material mehr oder weniger gefüllt ist.

[0060] Die gezeichnete Anordnung besitzt selbstverständlich auch eine Selbstauslösefunktion, um selbst bei einer ausfallenden Anzündung des Anzündstückes 5 den Stromkreis trennen zu können:

Fließt Strom in Höhe des vorher bestimmbaren n-fachen des Nennstroms des Schaltglieds über die Stromflußeinheit, so erwärmt sich der Schaltsteg in Folge der Verlustleistung an dessen elektrischem Widerstand so weit, daß die Auslösetemperatur des Treibladungspulvers 4 erreicht und dieses entzündet wird. Das Treibladungspulver erzeugt nach seiner Aktivierung einen Gasdruck, durch den der Schaltsteg 18 aufgerissen und als Folge der Stromfluß unterbrochen wird. Für diese Selbstzündfunktion oder Autoignition-Funktion ist keine Aktivierungsvorrichtung (Zündvorrichtung) und demzufolge kein externes Zündsignal erforderlich.

[0061] Das Treibladungspulver kann aus einer oder mehreren Komponenten bestehen. Beispielsweise kann eine Komponente mit niedriger Auslösetemperatur bzw. niedriger Aktivierungsenergie verwendet werden, um damit eine weitere (Haupt-)Komponente anzuzünden, deren Verbrennungsgase dann letztendlich das Gehäuse zerstören. Damit ist es möglich, das Gemisch bereits bei sehr niedrigen Temperaturen zu zünden und so ein mit dem Schaltglied zu schützendes Kabel optimal belasten zu können. Für die Hauptkomponente kann daher ein Stoff gewählt werden, der erst bei sehr hohen Temperaturen zündet. Dies ist besonders vorteilhaft, da derartige Stoffe in der Regel eine sehr hohe Alterungsbeständigkeit aufweisen. Die Anzündfähigkeit des Gemischs kann daher auch bei langdauernder und/oder relativ hoher Erhitzung des Schaltsteges 18 gewährleistet werden, das thermisch sensible Material muß lediglich die Hauptkomponente noch zünden können!

[0062] Fig. 2 zeigt eine Ausführungsform ähnlich Fig. 1, wobei die Rückseiten der Kontaktstücke 17 jetzt nicht mehr kegelförmig sind, sondern nach der Auslösung des Schaltgliedes gegen das hier eingebrachte Dämm-Material 35 bzw. 22 schlagen und hierbei wieder gegen das entstehende Gas nach außen hin abdichten und gleichzeitig die extreme Schlagbeanspruchung durch die hierbei bewirkte längere Bremsstrecke so weit abgemildert wird, daß die beiden anliegenden Gehäuseteile 9 und 10 aus Kunststoff die Belastung überstehen. Mit Pos. 19 ist der Übergangsradius des Schaltsteges gekennzeichnet, der mit maßgeblich ist für den Berstdruck des Schaltsteges, mit 16 der über den gebördelten Rand des äußeren Schutzrohres ragende Teil der Gehäuseteile aus Kunststoff, um eine Fehlkontaktierung bzw. Kurzschluß von außen mit Sicherheit zu verhindern und mit 21 die gesamte Flugstrecke der losgebrochenen Kontaktstücke 17.

[0063] Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführungsform eines Schaltglieds nach Fig. 2, jedoch wurde hier auf eine bei der Herstellung des Schaltglieds quasi eingebaute Flugstrecke 21 verzichtet: Die Kontaktstücke liegen direkt auf dem hier etwas dicker ausgeführten Dämm-Material 56 bzw. 37 auf, die Stromflußeinheit kann damit axial so fest verspannt wer-

den, daß die Einheit nach außen wie eine komplett starre Baugruppe wirkt!

[0064] Fig. 4 ist eine schematische Darstellung der Ausführung der stromführenden Teile des Schaltglieds (= Stromflußeinheit) bei Verwendung des Schaltrohrs 25, hier ohne das äußere Schutzgehäuse gezeichnet; zugleich kommt diese sehr einfache Ausführungsform direkt dort zur Anwendung, wo ein oder mehrere Schaltglieder in einem äußeren stabilen Sicherungskasten eingebaut sind, der für sich schon die Schutzfunktion gegenüber der Umgebung bzgl. Splitter und heiße Gase übernehmen kann. Die Funktion des Schaltrohrs ist die gleiche wie die des integrierten Schaltsteges der Fig. 1 bis 3, nur daß eben dieser dünnwandige Rohrabchnitt nicht mehr integraler Bestandteil der Stromflußeinheit ist, sondern als extra Bauteil zwischen bzw. in die einzelnen Kontaktstücke eingefügt wird. Damit wird erreicht, daß dieses Schaltrohr von Schaltglied zu Schaltglied sehr gleichmäßig ist, dazu wird auch der kritische Übergangsradius 19 jetzt zur in der Fertigung wesentlich besser kontrollierbaren Fase der Bohrung des jeweiligen Kontaktstücks. Mit den Pos. 26 und 27 ist je ein Dichtsystem für das Rohr bezeichnet, das im einfachsten Fall aus einem O-Ring besteht und verwendet werden sollte, um Wasser bzw. Wasserdampf nicht ins Rohrinne eindringen zu lassen bzw. jeglichen Gasschlupf nach der Auslösung zu verhindern, um den Druckanstieg im Rohr ausreichend schnell, hoch und gleichmäßig werden zu lassen.

[0065] Fig. 5 zeigt eine Ausführungsform des Schaltrohrs 38 entsprechend Fig. 4, jedoch mit einem im gehäusefesten Kontaktstück verschiebbaren Kontaktrohr. Während also die Kontaktstücke in der Ausführung nach Fig. 4 sich noch selbst axial bewegen müssen, um ihren Abstand zu vergrößern bzw. die beiden Teile des aufgetrennten Steges sauber und deutlich weiter voneinander zu trennen, wird nun hier den Schaltrohrteilen nach der Auslösung des Schaltgliedes erlaubt, in das bzw. die Bohrungen der Kontaktstücke selbst einzufahren und damit den Abstand zueinander selbst zu erhöhen, ohne daß hierfür noch eine Bewegung der Kontaktstücke selbst notwendig wäre: Damit bleibt das Schaltglied auch während und nach dessen Auslösung quasi starr nach außen! Die hier verfügbare Bewegungsstrecke ist mit Pos. 39 bezeichnet.

[0066] Fig. 6 zeigt eine Abart die Ausführungsform entsprechend Fig. 1, jedoch mit einem zweigeteilten Kontaktstück, so daß die zur sauberen Trennung des Strompfades sehr hilfreiche axiale Verschiebung rein intern abläuft und sich dabei die Kontaktstücke nach außen hin nach der Auslösung nicht verschieben. Das zweigeteilte Kontaktstück besteht aus einem äußeren Kontaktteil 40 und dem Kontaktfinger 41, die sich über eine Strecke 42 entlang nach der Auslösung bzw. der Trennung des hier verwendeten integrierten Steges ineinander verschieben können, wodurch der Stromfluß zuverlässig unterbrochen wird, ohne nach außen eine Verschiebung oder Bewegung des Schaltglieds weiterzuleiten!

[0067] Fig. 7 skizziert eine der Fig. 6 entsprechende Ausführungsform, jedoch mit einem eingesetzten Schaltrohr 43 anstelle des integrierten Schaltsteges, das innen mit dem Treibladungspulver 47 gefüllt ist. Eingetragen ist hier zudem noch je ein Dichtsystem 74, das einmal den Zutritt von Wasser oder Wasserdampf von außen verhindern soll, andererseits aber auch den Gasaustritt nach außen nach der Auslösung des Schaltgliedes verhindern soll: Durch die hier gezeichneten dickwandigen Gehäuseteile aus Kunststoff wird keine Selbstlinderung mehr bewirkt, Gas könnte damit ohne das hier eingezeichnete Dichtsystem nach außen in die Umgebung des Schaltglieds strömen. Mit 48 und 46 sind wieder die Wegstrecken bzw. Verschiebespielräume des rechten

Kontaktfingers gekennzeichnet, mit 45 der außen kontaktierbare Kontaktteil.

[0068] Fig. 8 entspricht in der Ausführungsform weitgehend Fig. 7, es sind hier jedoch selbstlindernde, d. h. selbstabdichtend ausgeführte Kontaktstücke bzw. Kontaktfinger eingezeichnet, um eine gute Gasdichtigkeit nach der Auslösung nach außen in die Umgebung des Schaltgliedes auch ohne zusätzlich eingebrachte Dichtelemente 74 zu erreichen;

[0069] Fig. 9 entspricht der Ausführungsform des Schaltgliedes nach Fig. 8, nur daß das bisher in den Darstellungen eingezeichnete, das Schaltglied nach außen hin absichernde Schutzrohr nicht mehr an den Seiten der Kontaktstücke gebördelt ist, sondern an den Stellen 50 geclincht bzw. gerollt ist, um eine axiale Vorbelastung der isolierenden Gehäuseteile mit Sicherheit zu vermeiden.

[0070] Fig. 10 entspricht ebenfalls der Ausführungsform des Schaltgliedes nach Fig. 8, nur daß das Schutzrohr 52 nun durch einen oder zwei an den Stellen 53 und 54 eingeschweißte, eingepreßte, eingeschrumpfte, eingelötete, eingeschraubte Ringe 51 und 53 oder durch ein anderes hier nicht erwähntes Fügeverfahren beidseitig verschlossen ist und damit die isolierenden Gehäuseteile überhaupt nicht mehr belastet, sieht man von den Belastungen während des Fügevorganges einmal ab.

[0071] Fig. 11 entspricht ebenfalls wieder der Ausführungsform des Schaltgliedes nach Fig. 8, nur daß das Schutzrohr 56 nur noch auf die isolierenden Gehäuseteile mittels Gewinde 57 aufgeschraubt ist bzw. die beiden isolierenden Gehäuseteile in das Schutzrohr eingeschraubt sind und damit die isolierenden Gehäuseteile überhaupt nicht mehr mechanisch vorbelastet werden. Anstelle des hier erwähnten Gewindes 57 kann gleichwertig auch eine baionett- oder eine andere mehrfingerartige Verrastung treten, auch das Einrasten eines zweiteiligen äußeren Schutzrohres ist hier denkbar.

[0072] Fig. 12 zeigt zuletzt eine Darstellung im Längsschnitt ähnlich der Ausführung nach Fig. 11, wobei hier jedoch das rechte Kontaktteil 58/Kontaktstück gleich die Funktion des Schutzrohres mit übernimmt und das andere Kontaktstück zusammen mit dem elektrisch isolierenden Gehäuseteil 59 darin über das Gewinde 60 eingeschraubt wird – damit entsteht eine weitere Vereinfachung der Vorrichtung (= Teileminimierung), zusätzlich eine extrem gute Sicherstellung der Starrheit des Schaltgliedes nach Außen, sowie eine gut nachweisbare und sicherbare Handhabungssicherheit des Schaltgliedes nach dessen Auslösung. Mit Pos. 62 ist eine flüssige, gelartige, pastöse oder pulverige Masse bezeichnet, die nach der Auslösung durch die Bewegung des Kontaktfingers 75 in das Kontaktteil 58 durch die Bohrungen 61 in die Umgebung des aufgeborstenen Schaltrohrs 76 getrieben wird und entweder den dort am Schaltrohr entstehenden Plasmabogen löscht oder einfach nur definiert die Bewegung des Kontaktfingers 75 bremst bzw. dämpft. Auch das so aufgebaute Schaltglied ist nach außen hin starr, es wird nichts ausgetrieben oder ausgeblasen, so daß hiermit die Baugruppe selbst bei Verwendung von Explosivstoffen von den wesentlichsten Bestimmungen des deutschen und auch der ausländischen Sprengstoffgesetze freigestellt wird und damit einer weltweiten Markteinführung nichts im Wege steht.

[0073] Fig. 13 zeigt eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des Schaltrohrs, bestehend aus einem Trägerrohr 64, einer außen aufgebrachten, elektrisch gut leitfähigen Schicht 63 (diese nimmt den elektrischen Strom des abzusichernden bzw. später zu schaltenden elektrischen Stroms über das Schaltglied auf), einer Innenstrukturierung 65 (um die Kontaktoberfläche für das innen anliegende akti-

vierbare Material zu erhöhen und gleichzeitig das Bersten des Rohres durch den durch das aktivierbare Material erzeugten Innendruck nach der Aktivierung bzw. Auslösung des Schaltglieds zu vereinfachen, zu beschleunigen oder zuverlässiger über den ganzen Umfang zu machen) und eines Dichtsystems 26 und 27, das einerseits das Eindringen von Wasser bzw. Wasserdampf in das Schaltrohr verhindern und gleichzeitig die Gasdichtigkeit nach der Auslösung bzw. Aktivierung des eingebrachten aktivierbaren Materials sicherstellen soll; je nach Kundenwunsch bzw. Schalt- und Auslöseaufgabe können die einzelnen hier aufgeführten Eigenschaften auch entfallen, im einfachsten Fall wird nur ein homogenes, mehr oder weniger dickes Metallrohr mit oder ohne eventuell noch eingebrachter Schwächung in dessen Wandstärke für das Schaltglied verwendet und so einfach zwischen die beiden Kontaktstücke des Schaltgliedes gesetzt, wie das in den Fig. 7 bis 12 dargestellt ist.

[0074] Fig. 14 ist eine schematische Darstellung einer anderen Ausführungsform des Schaltrohres, bestehend aus einem Trägerrohr, einer außen nur an beiden Enden aufgebrauchten, elektrisch gut leitfähigen Schicht 66 (diese übernimmt hier nur die Aufgabe der bei 68 und 69 durchgeführten Kontaktierung der später erwähnten Auslösespirale mit dem jeweiligen hier anliegenden Kontaktstück des Schaltglieds), einer innen eingeführten Spirale 67 aus mehr oder weniger elektrisch gut leitfähigem Material (um die Auslösung des innerhalb des Schaltrohres eingefüllten aktivierbaren Materials, insbesondere eines Treibladungspulvers bei/ab einem vorherbestimmten elektrischen Stromfluß über die Spirale zu bewirken) und eines Dichtsystems; je nachdem, ob ein Bypass zur eingebrachten Spirale für den elektrischen Strom über das Schaltglied gewünscht wird oder nicht, wird die außen am Schaltrohr aufgebrauchte, elektrisch gut leitfähige Schicht geschlossen über die ganze Rohroberfläche und mehr oder weniger dick oder mit mehr oder weniger gut elektrisch leitfähigem Schichtmaterial ausgeführt; [0075] Fig. 15 ist zuletzt eine schematische Darstellung wieder einer anderen Ausführungsform des Schaltrohres, bestehend aus einem Trägerrohr, einer außen nur an beiden Enden aufgebrauchten, elektrisch gut leitfähigen Schicht 66 (diese übernimmt hier wieder nur die Aufgabe der an den Stellen 71 und 72 erfolgten Kontaktierung der später erwähnten Auslösespirale mit dem jeweiligen hier anliegenden Kontaktstück des Schaltglieds), einer nunmehr außen angebrachten Spirale 70 aus mehr oder weniger elektrisch gut leitfähigem Material (um die Auslösung des nunmehr außerhalb des Schaltrohres eingefüllten aktivierbaren Materials, insbesondere eines Treibladungspulvers bei/ab einem vorherbestimmten elektrischen Stromfluß über die Spirale zu bewirken) und eines Dichtsystems; je nachdem, ob ein Bypass zur eingebrachten Spirale für den elektrischen Strom über das Schaltglied gewünscht wird oder nicht, wird die außen am Schaltrohr aufgebrauchte, elektrisch gut leitfähige Schicht geschlossen über die ganze Rohroberfläche und mehr oder weniger dick oder mit mehr oder weniger gut elektrisch leitfähigem Schichtmaterial ausgeführt; in dieser Ausführung des Schaltrohres besitzt dessen Wandung ein oder mehrere Bohrungen 73 von innen nach außen, damit das innen ausgelöste aktivierbare Material nach außen zum außen eingebrachten aktivierbaren Material strömen und dieses ebenfalls aktivieren kann – oder einfach nur, um dem aktivierbaren Material nach dessen Auslösung die Möglichkeit zu geben, die Oberfläche der Kontaktstücke auch außerhalb zu bedrücken, um damit die Ausdrückkraft der Kontaktstücke bzw. deren verschiebbaren Teile ganz wesentlich zu erhöhen!

[0076] Es wird hier nur der Vollständigkeit halber erwähnt, daß alle in den einzelnen Figuren aufgezeigten Aus-

gestaltungsmerkmale auch untereinander kombinierbar sind, wengleich die Figuren die optimal herstellbaren Kombinationen aufzeigen!

Patentansprüche

1. Auslösbares Schaltglied

- a) mit einem aus elektrisch leitfähigem Material bestehenden geschlossenen Stromflußeinheit, in welcher ein aktivierbares Material vorgesehen ist,
- b) wobei die Stromflußeinheit zwei Anschlussbereiche zur elektrischen Kontaktierung aufweist, welche mittels des elektrisch leitenden Materials der Stromflußeinheit elektrisch verbunden sind,
- c) wobei die elektrische Verbindung der Anschlussbereiche durch das Auslösen des aktivierbaren Materials auftrennbar ist, und
- d) wobei das aktivierbare Material so bemessen ist, daß die elektrische Verbindung der Anschlussbereiche der Stromflußeinheit in einer vorbestimmten Zeit nach der Auslösung des aktivierbaren Materials aufgetrennt wird.

2. Schaltglied nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromflußeinheit eine um den gesamten Umfang seiner Außenwandung verlaufende Schwächung, den sogenannten integrierten Schaltsteg aufweist und daß die Stromflußeinheit im Bereich dieses Schaltsteges beim Auslösen des aktivierbaren Materials über den gesamten Umfang aufreißt.

3. Schaltglied nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromflußeinheit eine um den gesamten Umfang seiner Außenwandung verlaufende Schwächung, den sogenannten integrierten Schaltsteg aufweist und daß die Stromflußeinheit im Bereich dieses Schaltsteges beim Auslösen des aktivierbaren Materials über den gesamten Umfang aufreißt und die Stromflußeinheit im Bereich des Schaltsteges unterstützend auseinandergedrückt wird und dadurch der aufgeprägte elektrische Strom sicher unterbricht.

4. Schaltglied nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromflußeinheit anstelle des sogenannten integrierten Schaltsteges ein beidseitig in die Endteile der Stromflußeinheit eingefügtes Schaltrohr aufweist und daß die Stromflußeinheit im Bereich dieses Schaltrohres beim Auslösen des aktivierbaren Materials über den gesamten Umfang aufreißt.

5. Schaltglied nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromflußeinheit anstelle des sogenannten integrierten Schaltsteges ein beidseitig in die Endteile der Stromflußeinheit eingefügtes Schaltrohr aufweist und daß die Stromflußeinheit im Bereich dieses Schaltrohres beim Auslösen des aktivierbaren Materials auseinandergedrückt wird und dadurch der aufgeprägte elektrische Strom sicher unterbricht.

6. Schaltglied nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die umlaufende Schwächung zwischen zwei Querschnittsprüngen in der Dicke der Wandung der Stromflußeinheit ausgebildet ist und daß die axiale Ausdehnung des Bereichs des Gehäuses mit geringerer Wandstärke größer als Null, vorzugsweise größer als 1 mm und kleiner als 5 mm ist.

7. Schaltglied nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandstärke im Bereich der Schwächung kleiner als die halbe Wandstärke der der Schwächung benachbarten Bereiche und vorzugsweise konstant ist.

8. Schaltglied nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die umlaufende Schwächung der Außenwandung bzw. das Schaltrohr so aus-

gebildet ist, daß durch den Stromfluß über die Stromflußeinheit in vorbestimmten Bereichen bei einem vorgegebenen Nennstrom eine vorbestimmte Auslösetemperatur für das aktivierbare Material erzeugbar ist.

9. Schaltglied nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das aktivierbare Material und die Stromflußeinheit so ausgebildet sind, das bei einer vorbestimmten Nennstromstärke eine sichere Auslösung des aktivierbaren Materials durch die Erwärmung der Stromflußeinheit, vorzugsweise in vorbestimmten Bereichen, gewährleistet ist.

10. Schaltglied nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Schutzgehäuse vorgesehen ist, das so ausgebildet ist, daß beim Aufreißen der Stromflußeinheit entstehende Splitter abgefangen werden und/oder die bei der Auslösung des aktivierbaren Materials entstehende Gas oder Gas/Partikelgemisch aufgenommen wird.

11. Schaltglied nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromflußeinheit von einem Schutzgehäuse umgeben ist und daß wenigstens ein Teil der Stromflußeinheit auf einer Seite der umlaufenden Schwächung axial beweglich im Schutzgehäuse gehalten ist, wobei vorzugsweise der wenigstens eine Teil des Gehäuses an seinem Außenumfang Anschlagmittel aufweist, die die axiale Bewegung des Gehäuses nach einem Aufreißen des Schaltsteges bzw. des Schaltrohres begrenzen und wobei vorzugsweise Haltemittel ausgebildet sind, die nach einer erfolgten axialen Bewegung des wenigstens einen Teils dieses fixieren.

12. Schaltglied nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das in der Stromflußeinheit vorgesehene aktivierbare Material von einem elektrischen Leiter durchdrungen ist, welcher an seinen beiden Enden jeweils mit einem der Anschlussbereiche verbunden ist, wobei der Leiter so ausgebildet ist, daß durch dessen Erwärmung bei einem vorbestimmten Auslösestrom das aktivierbare Material ausgelöst wird.

13. Schaltglied nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das außerhalb der Stromflußeinheit vorgesehene aktivierbare Material von einem elektrischen Leiter durchdrungen ist, welcher an seinen beiden Enden jeweils mit einem der Anschlussbereiche verbunden ist, wobei der Leiter so ausgebildet ist, daß durch dessen Erwärmung bei einem vorbestimmten Auslösestrom das aktivierbare Material ausgelöst wird.

14. Schaltglied nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest in Teilbereichen der Innenwandung des Gehäuses, welche mit dem aktivierbaren Material in Berührung stehen, vorzugsweise im Bereich der umlaufenden Schwächung bzw. des Schaltrohres, Strukturen vorgesehen sind, die die effektiv mit dem aktivierbaren Material in Berührung stehende Oberfläche vergrößern und/oder so ausgebildet sind, daß in vorbestimmten Bereichen, vorzugsweise an Ecken oder Kanten, lokal höhere Temperaturen entstehen und/oder Kerbspannungen erzeugen, die die Zerstörung der umlaufenden Schwächung bzw. des Schaltrohres erleichtern und kleinere Bruchstücke oder auch nur ein sichereres Aufgehen der Schwächung bzw. des Schaltrohres verursachen.

15. Schaltglied nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine ansteuerbare Auslöseeinrichtung für das aktivierbare Material vorgesehen ist.

16. Schaltglied nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine in der Stromflußeinheit befindliche und ansteuerbare Auslöseeinrichtung das außerhalb dieser Stromflußeinheit vorhandene aktivierbare Material über Bohrungen im Schaltsteg bzw. im Schaltrohr auslöst.

17. Schaltglied nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das aktivierbare Material aus einer ersten Komponente besteht, die eine höhere Auslösetemperatur aufweist, und aus einer zweiten Komponente, die eine niedrigere Auslösetemperatur hat.

18. Schaltglied nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest die erste Komponente eine für die gewünschte Funktionsfähigkeits-Zeitdauer ausreichende Alterungsbeständigkeit aufweist, und so bemessen und ausgebildet ist, daß bei einem Auslösen der ersten Komponente diese allein ausreicht, um die elektrische Verbindung zwischen den Anschlussbereichen zu unterbrechen.

19. Schaltglied nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Aktivierungstemperatur der ersten Komponente deutlich höher und die Aktivierungstemperatur der zweiten Komponente niedriger liegt als die zumindest von Teilbereichen des Gehäuses bei Nennstromstärke oder von der Aktivierungseinrichtung erzeugbare Temperatur.

20. Schaltglied nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine außerhalb der Stromflußeinheit befindliche und ansteuerbare Auslöseeinrichtung das außerhalb dieser Stromflußeinheit vorhandene aktivierbare Material auslöst und über Bohrungen im Schaltsteg bzw. im Schaltrohr gegebenenfalls auch das im Schaltrohr vorhandene aktivierbare Material auslöst.

21. Schaltglied nach Anspruch 4 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Schaltrohr aus einem homogenem Material, insbesondere aus einem gut leitfähigem Metall besteht.

22. Schaltglied nach Anspruch 4 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Schaltrohr sandwichartig aufgebaut ist und aus einem schlecht, halb- oder nichtleitenden Basismaterial besteht, das auf seiner ganzen Oberfläche mit einer elektrisch gut leitenden Schicht bedeckt ist.

23. Schaltglied nach Anspruch 4 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Schaltrohr sandwichartig aufgebaut ist und aus einem schlecht, halb- oder nichtleitenden Basismaterial besteht, das auf einem Teil seiner Oberfläche mit einer elektrisch gut leitenden Schicht bedeckt ist.

24. Schaltglied nach Anspruch 22 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß das Schaltrohr sandwichartig aufgebaut ist und als Basismaterial ein Halbleiter verwendet wird.

25. Schaltglied nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Kontaktstück zweiteilig in Form eines äußeren Kontaktteils und eines darin verschiebbaren Kontaktfingers ausgebildet ist.

26. Schaltglied nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die den äußeren Kontaktstellen zugewandten Seiten der Kontaktstücke bzw. Kontaktfinger konusartig ausgebildet sind.

27. Schaltglied nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die gasbedrückten Oberflächen der Kontaktstücke bzw. Kontaktfinger selbstlindernd ausgebildet sind.

28. Schaltglied nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die gasbedrückten Oberflächen der Gehäuseteile selbstlodernd gegen das Schutzgehäuse ausgebildet sind.

29. Schaltglied nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Lichtbogenlöschmaterial nach der Auslösung des Schaltgliedes durch die Bewegung eines Kontaktstücks bzw. eines Kontaktfingers in den Schaltsteg bzw. Schaltrohrraum gepreßt wird.

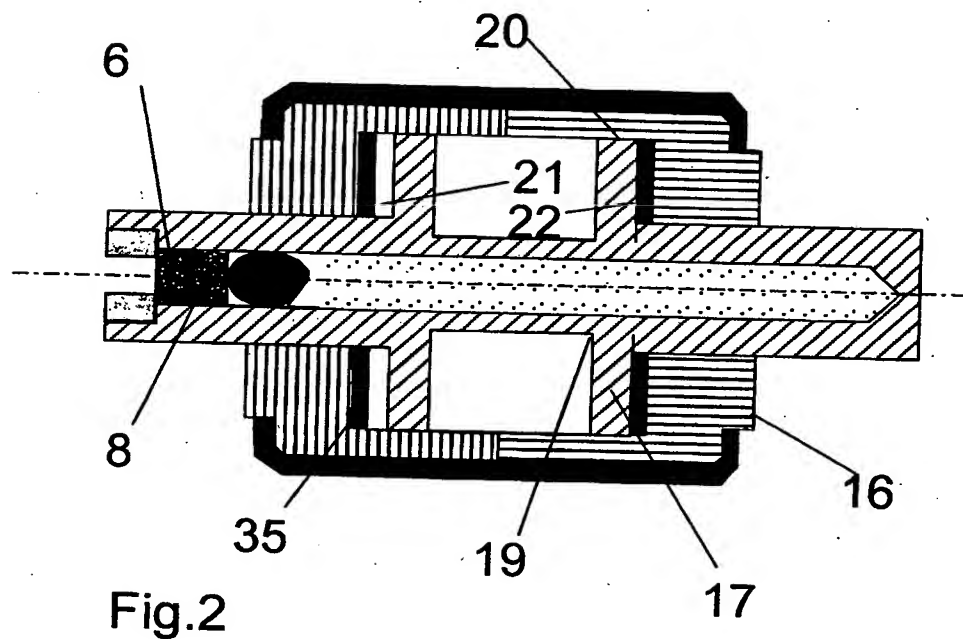
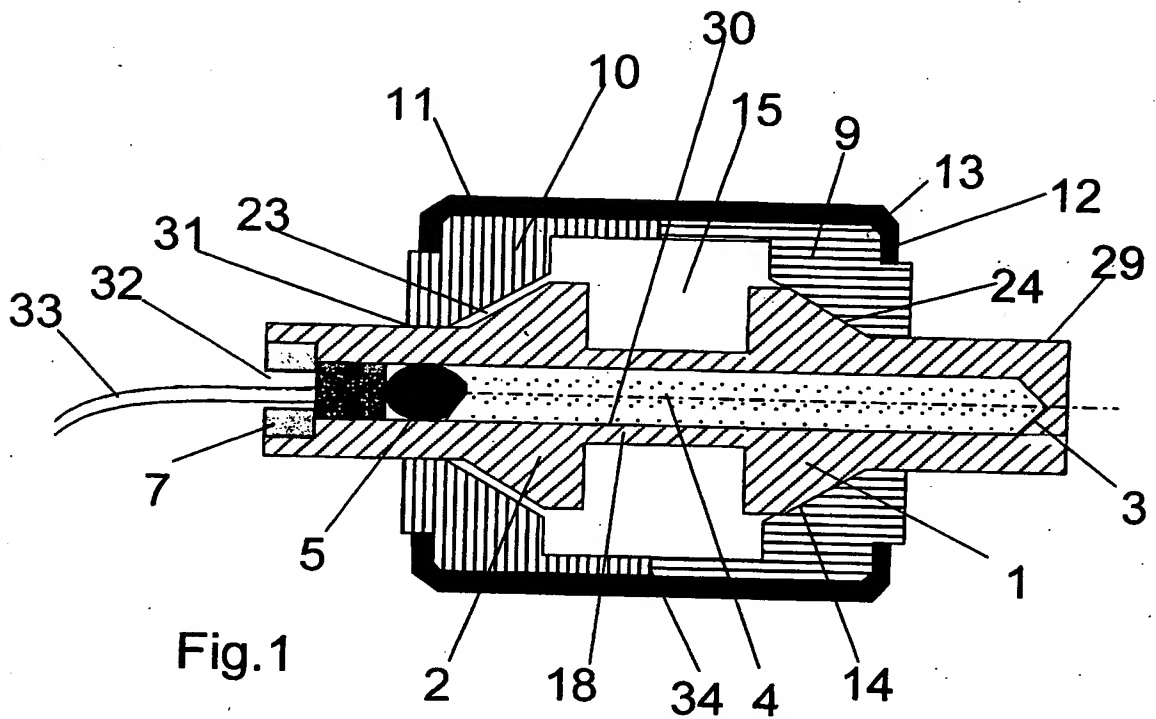
30. Schaltglied nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Kontaktstück einstückig mit dem Schutzgehäuse ausgebildet ist.

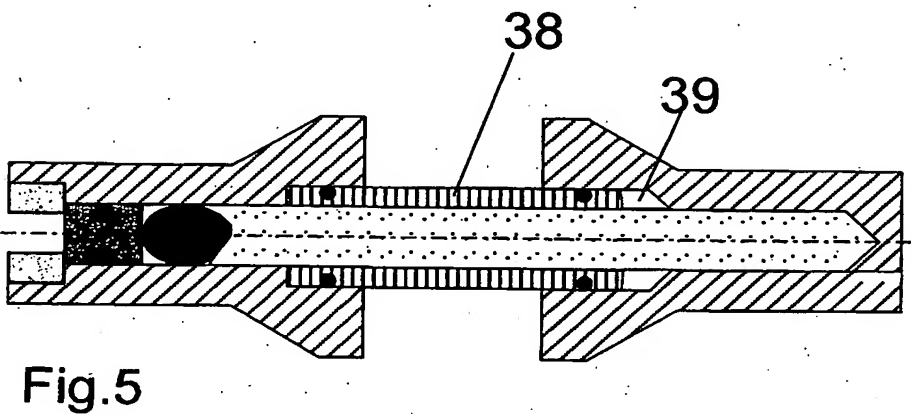
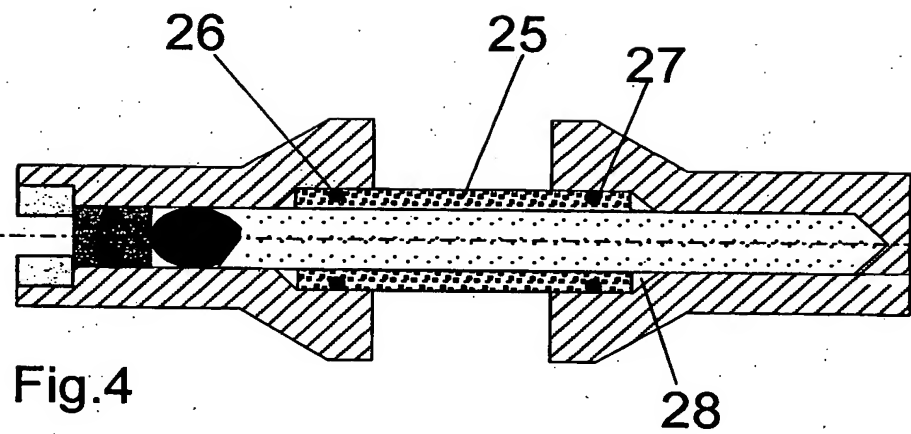
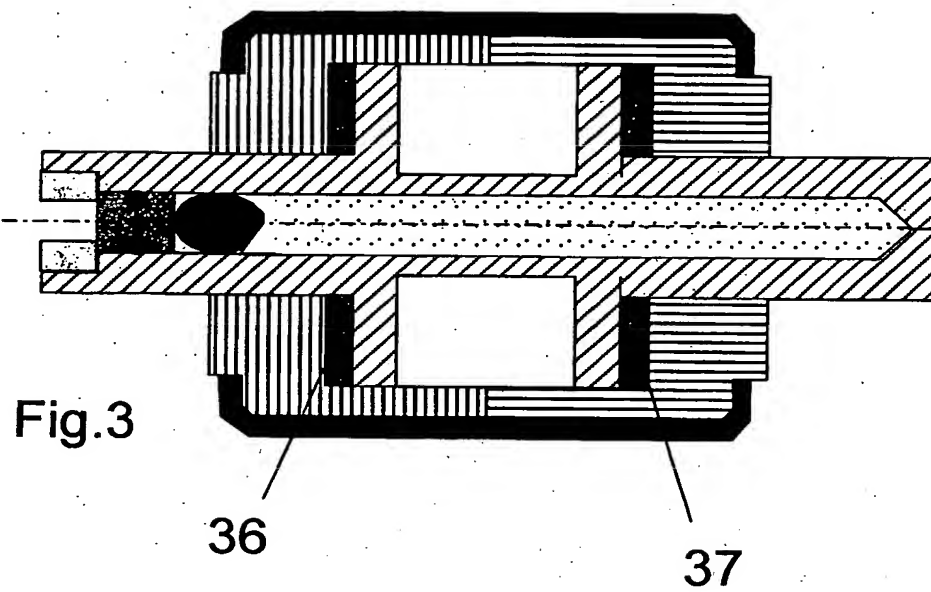
31. Schaltglied nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Bewegung der Kontaktstücke bzw. Kontaktfinger durch in Bewegungsrichtung eingebrachte Materialien gedämpft wird.

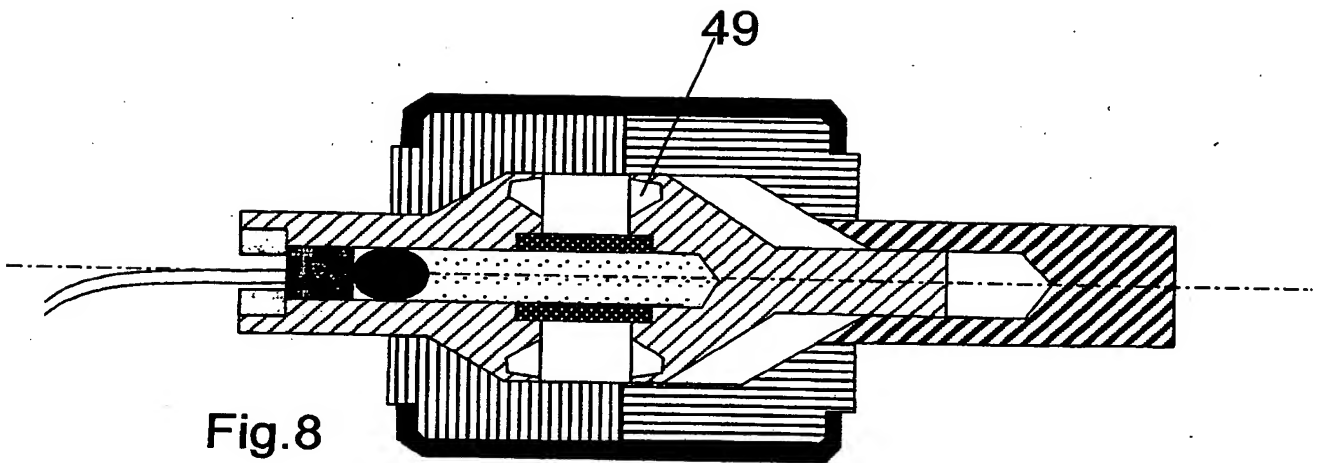
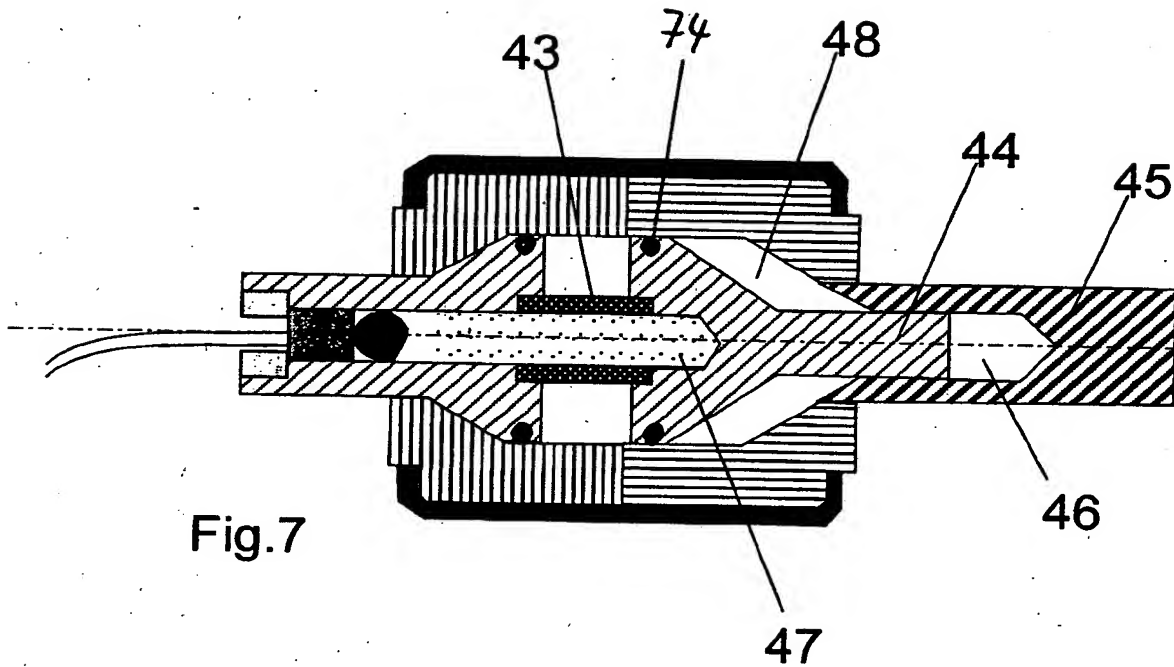
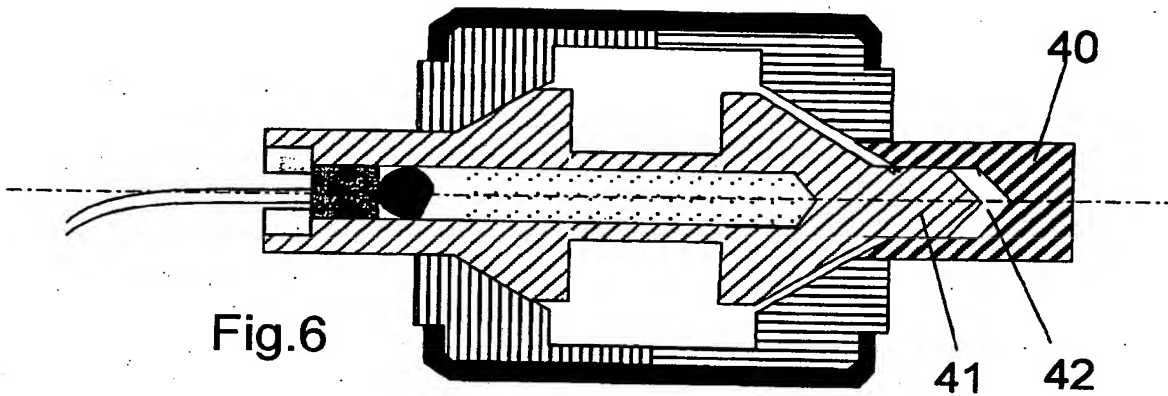
32. Schaltglied nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das in ihm vorhandene aktivierbare Material aus einem pyrotechnischen Stoff, insbesondere aus einem Treibladungspulver besteht.

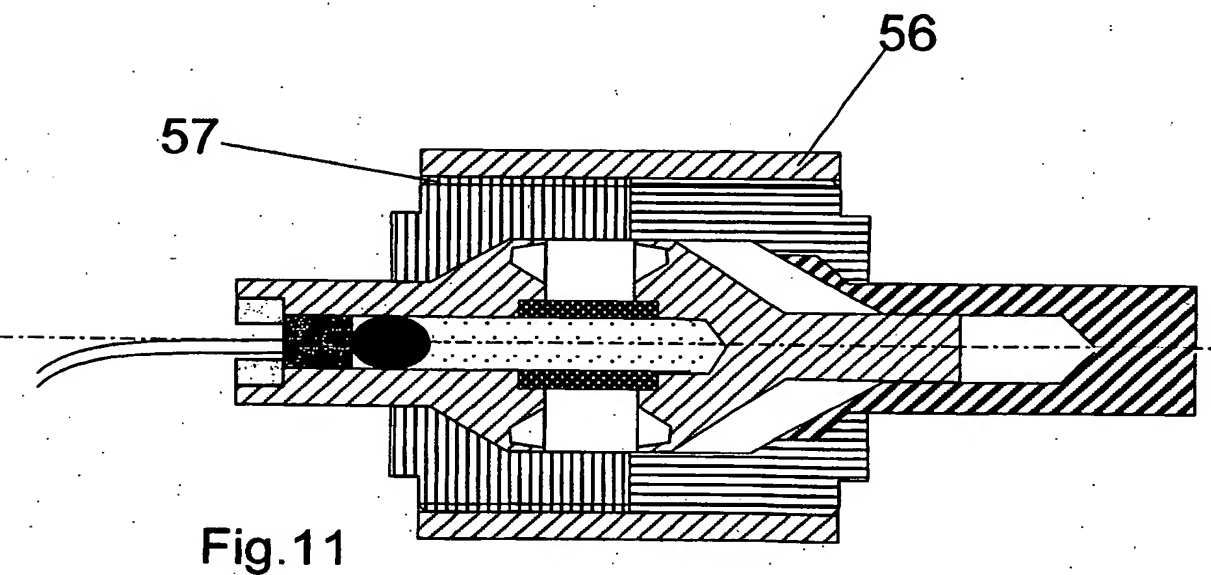
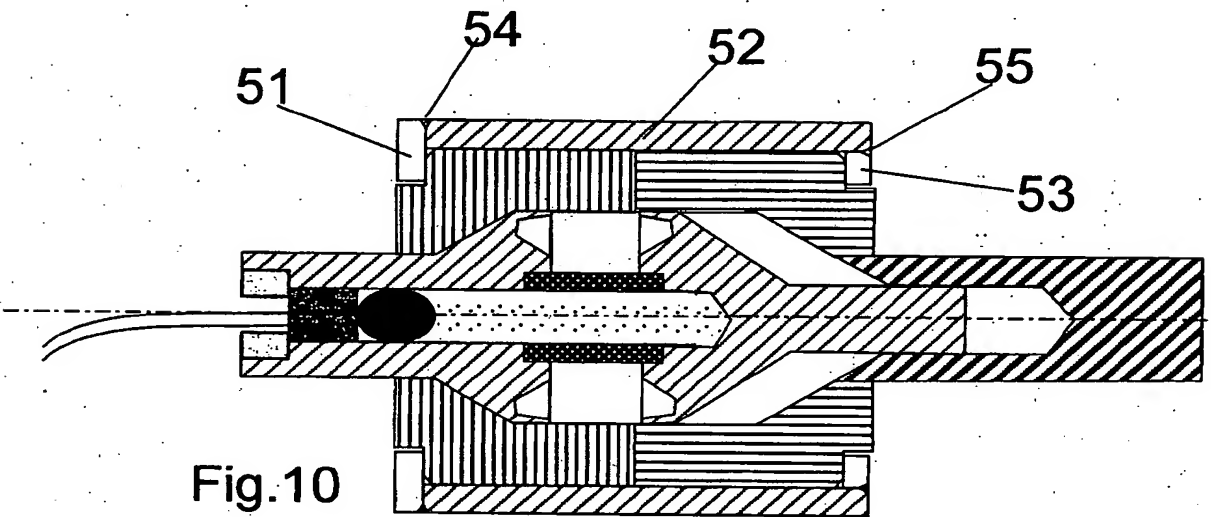
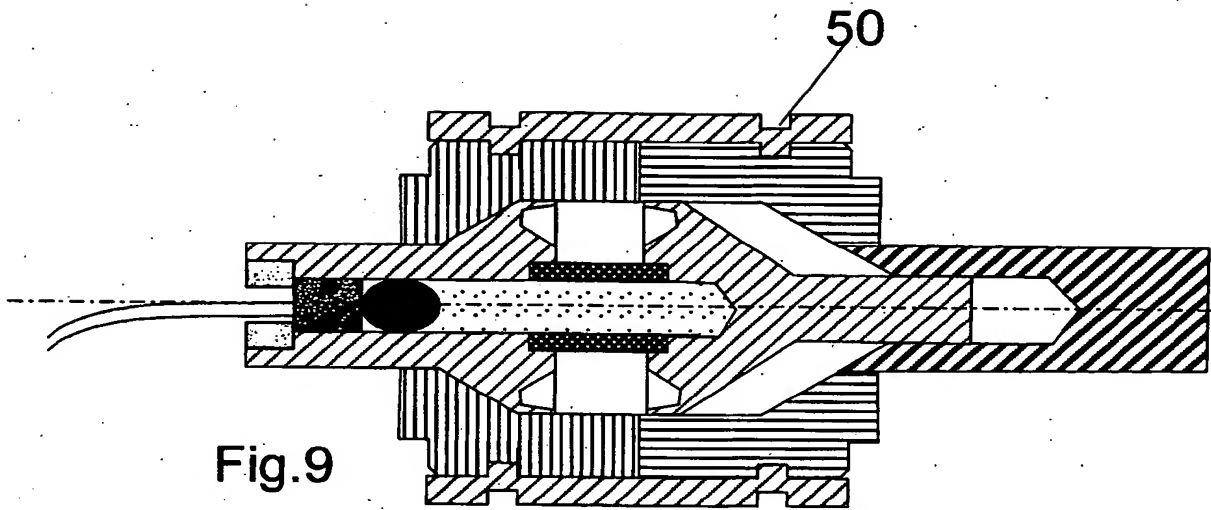
33. Schaltglied nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das in ihm vorhandene aktivierbare Material aus einem Thermit besteht, um schon prinzipiell das Sprengstoffgesetz nicht auf das Schaltglied anwendbar zu machen, wobei die von diesem Thermit erzeugte Energie primär dazu verwendet wird, andere hier vorhandene Stoffe zu verdampfen und damit den für die Zerlegung des Schaltsteges bzw. des Schaltrohres der Stromflußeinheit notwendigen Gasdrucks zu erzeugen.

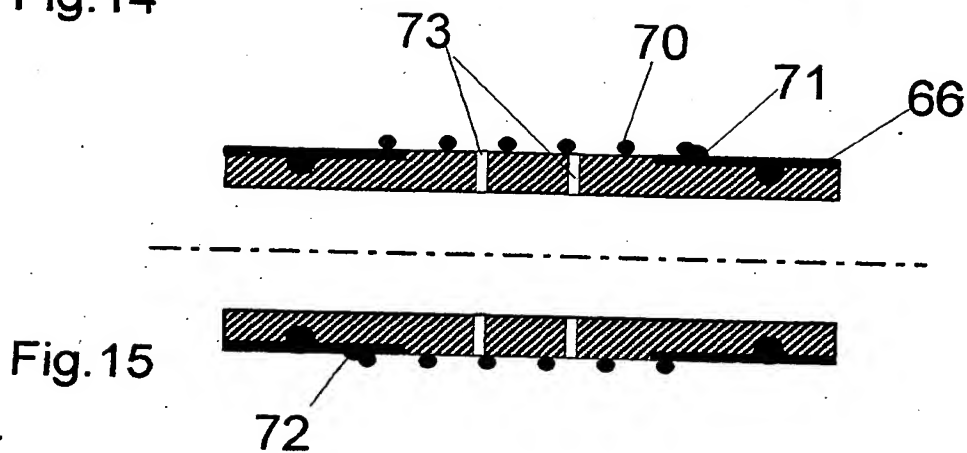
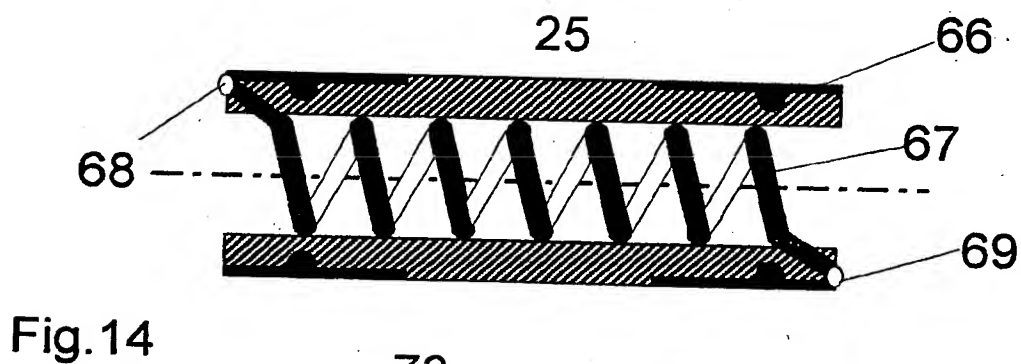
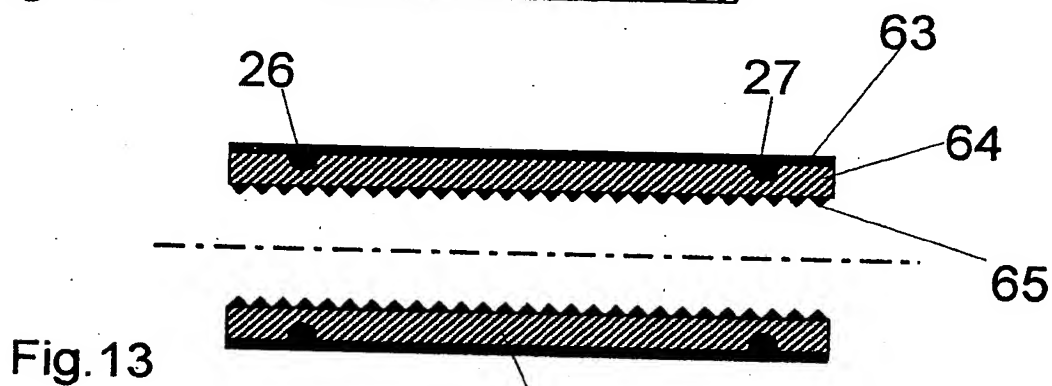
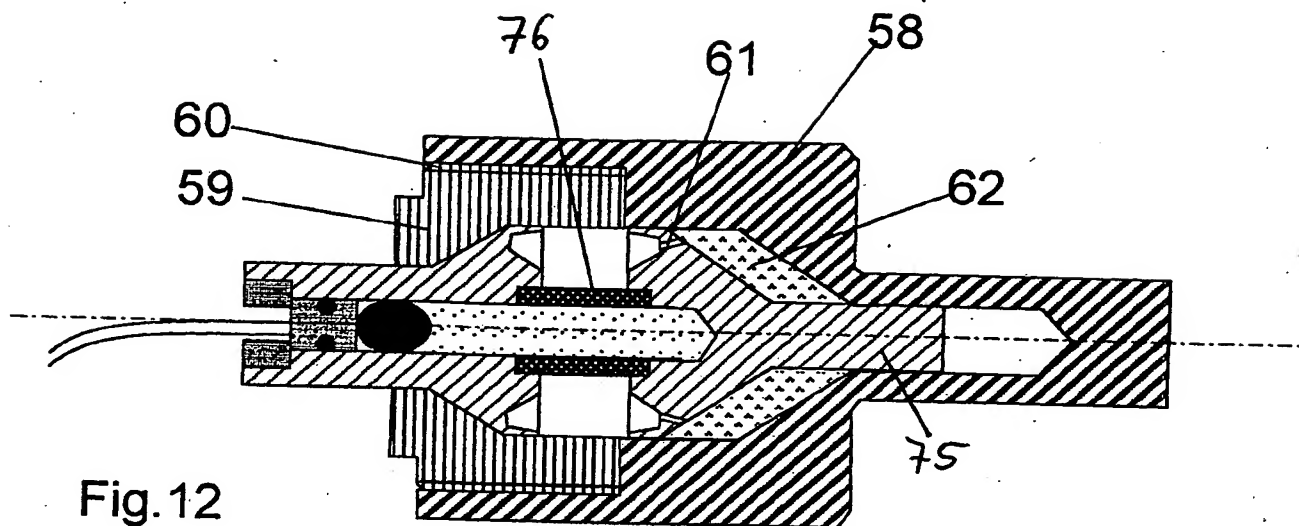
Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen











**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)